「労働安全衛生研究」, Vol. 3, No.1, pp.55-66, (2010)

調査報告

産業機械の安全化のためのリスクアセスメントの実践の事例と動向†

毛　利　　正*1

産業機械のリスクアセスメントについて，2006 年の労働安全衛生法の改正施行以降，事業場の取組みが着実に進んでいる．機械メーカー及びユーザーのそれぞれ 1 社について，どのような組織体制，方法によりリスクアセスメント及び保護方策を行っているかを実機の安全化の事例を含めて明らかにした．このうち，機械ユーザーの例では，納入機械のメーカーに対して，国の指針に沿って要求したことにより，残留リスクを含む使用上の情報が提供されるようになったことが確認できた．ここで取り上げたような正当な手法によるリスクアセスメント及び安全技術に基づくリスク低減の取組みが，機械メーカー及びユーザーにおいて，今後大きく拡がっていくことを期待する．

キーワード: 産業機械，リスクアセスメント，機械の包括的な安全基準に関する指針，機械安全，残留リスク，中央労働災害防止協会

1　はじめに

労働災害の 3 割を占める機械災害の防止のため，産業機械の安全化が課題となっている. 2006 年施行の改正労働安全衛生法第 28 条の 2 によりリスクアセスメントの実施が事業者の（努力）義務となり，07 年に機械の包括的な安全基準に関する指針（以下「機械包括安全指針」）が改訂されてから 2 年半余が経過した現況をみると，国内でもようやく機械安全化のためのリスクアセスメントの普及が進んできたところである.

まず，機械ユーザーについては，中央労働災害防止協会（以下「中災防」）が実施するリスクアセスメント研修だけで年間数千人，これまでに 2 万人を超える修了者が出ており，さらに社内での伝達研修により，この何倍かのリスクアセスメントを行い得る人材が蓄積されてきている.

産業機械を製造するメーカーには，その製造する機械について第 28 条の 2 のリスクアセスメントの実施義務があるわけではないが，機械包括安全指針によって，機械メーカーがリクアセスメントを実施すること，併せて機械ユーザーが残留リスク等の情報の提供をメーカーに対して要求することが要請されている．特に自動車や鉄鋼等の機械ユーザーにおいて，メーカーに対する情報提供の要求が行われていることから，要求のある企業に納入している機械メーカーや輸出メーカーを中心に，リスクアセスメントの実施が普及してきている.

09 年 9 月に, 中災防が厚生労働省の委託により実施した 2000 事業場に対するアンケートの中間集計結果によると, 回答のあった機械の製造等を行なう 272 事業場（メーカーだけでなく統合・改造を行なうユーザーを含む.）のうち 194 事業場（71%）において，また，回答のあった機械ユーザー286 事業場のうち 157 事業場（55%）において，リスクアセスメントを実施していると回答している.

以下においては，機械包括安全指針に沿った形での産業機械の設計・製造段階及び新規導入段階におけるリスクアセスメントの実施について，メーカー，ユーザーそれぞれ 1 社での組織体制，実施方法を記述し，実機を対象としてリスクアセスメント手法を適用することにより機械の安全化を行なった事例を紹介する．また，メーカー，ユーザー間での情報のやりとりが如何に行われたかについても，興味深い実例が得られたので紹介する.

2　機械メーカーＡ社のリスクアセスメント実践事例

Ａ社（一般機械製造業）は，印刷機械システムの一部をなす輪転機及び周辺の自動化・省力化機器を製造している機械メーカーで，本社，2 工場及び各地の営業所を合わせた労働者数 700 名余りの企業である．製造した機械を欧州に輸出するのに必要な CE マーキングの自己適合宣言を行うため, 2000 年からリスクアセスメントの導入を図った（自己適合宣言の際には外部コンサルタントの指導を受けた.）のが取組みの契機である. 品質管理マネジメントシステムに基づくマネジメントレビューの結果，社長により，機械の安全方策面に考慮することという方針が示され，当初は欧州向けの機械にのみリスクアセスメントを実施していたが，現在は国内向けも新規設計分はすべて実施している．また，業界の啓蒙普及活動にも積極的に取り組んでいる.

1)　Ａ社のリスクアセスメントの実施体制及び方法

Ａ社では，新規に設計する機械のリスクアセスメントは都合 2 回行っており，1 回目は機械設計時のデザインレビューの中で設計部門の機械・電気の設計担当 2，3 人のチームで実施し，課長，部長が承認する. 2 回目は，出荷前の製品評価時に，設計担当に現地調整・立合い技術者を加えた体制で実施している．また，現地での据付

† 原稿受付　2009 年 12 月 07 日
† 原稿受理　2010 年 02 月 09 日
*1 中央労働災害防止協会企画広報部
連絡先：〒108-0014 東京都港区芝 5-35-1
毛利　正*1　E-mail: t-mouri@jisha.or.jp

表１　機械の制限に関する仕様の指定
（新聞用オフセット輪転機の例）

型番		○○
機械の目的・用途		新聞用輪転機
対象地域，国		○○
予見される誤使用，誤作動，機能不良		・機械の運転中に印刷ユニットの正面及び側面の開口部又は扉部から内部に手を入れ，走行部やダンプニング装置の状況をチェックする． ・刷版の装着中に機械を回転させる． ・回転中の刷版，ブランケット及びローラーを掃除する又は触る．
主な仕様	寸法	幅 8m × 長さ 20m× 高さ 10m
	原動機	折り機 45kW×1 台，印刷機 30Kw×2 台
	回転数	○○
	運転モード	最高速度での自動運転モード及びインチングのための手動モード
	・・・	・・・
	環境条件	○○
	寿命想定稼働時間	○年 年に○日，1日24時間
危険が予想される機械のライフサイクル		運搬，設置，試運転，機械の調整，運転，分解，廃棄
危険の対象者		運転員，保全作業者（作業はマニュアル内容を理解した者に限る．） 管理・事務員，第三者

け後の試運転時に保護方策の動作確認をしている．設計担当は，取扱説明書の記述，警告表示等の保護方策まで一貫して行っている．

リスクアセスメントの方法について社内規定はないが，これまでの実施事例（年間 3，4 機種）で方法が慣習的に確立している．設計部門は 20 名程度がリスクアセスメントが実施できるようになっており，初めての者もこれに倣って実施している．

A 社のリスクアセスメントの実施手順は次のとおりである．

(1)　機械の制限に関する仕様について，表 1 のような様式により明らかにする．

危険源の同定に用いるリストとして ISO12648（印刷技術－印刷機システムに対する安全要求事項[1)]）に記載された「重大な危険源」等をベースに危険源の表（表 2）を作成し，これに照らして対象機械の危険源を同定する．

(2)　リスクの見積り及び評価基準には，ドイツ・ピルツ社の機械安全ガイド[2)]の第 4 章「リスクアセスメント」に基づく積算法を使用している．まず，リスクを傷害発生の可能性（LO），危険源に曝される頻度（FE），起こり得る災害のひどさ（DPH），危険源に曝される人数（NP）の 4 要素に分けて，表 3 から表 6 により見積もり，表 8 のようなリスクワークシートに記入していく．

表２　重大な危険源（新聞用オフセット輪転機用）一覧表　(抜粋)

No	重大な危険源	危険ゾーン	プロセス				
			搬送	組立・据付	準備・稼動・清掃	調整・保守・修理	解体・廃棄
1	機械的危険源 ・押しつぶし ・せん断 ・切傷・切断 ・巻き込み ・引き込み ・つまずき ・衝撃	**生産領域・すべての機械類**					
		①ローラー，胴，ドラム間			○	○	
		②短い直線的動作			○	○	
		③床面移動用車輪					
		④丸ハンドルの回転			○	○	
		⑤ガード			○	○	
		⑥準備，清掃，メンテナンス作業及びトラブルシューティング（ホールド・ツー・ラン）			○	○	
		⑦通路，接近路での衝撃の危険源			○	○	
		⑧安定性の欠如			○	○	
		⑨固定刃物					
		⑩回転工具			○	○	
		⑪危険な工具の搬送			○	○	
		⑫給紙及び排紙ユニット（パイル昇降装置）					
		⑬巻取り状材料の繰出し及び巻取りユニット					
		輪転機					
		①ローラー・胴及び紙通し時の引込みニップ			○	○	
		②インターロック付ガード後ろの引込みニップ			○	○	
		③湿し水ユニット			○	○	
		④自動フォーマット設定					
		⑤搬送キャリッジの自動移動					
		⑥折り機					
		⑦ウエブ料紙			○	○	
		⑧給紙ユニットへの自動装着					
		⑨同方向に回転するローラー			○	○	
		・・・					

表３　傷害発生の可能性（LO）のポイント

傷害発生の可能性（LO）／危険源との接触	ポイント
ほとんど起こり得ない（あるとすれば 1／300 以下の発生率）	0.033
ほとんど起こりそうにない（しかし起こることも考えられる）	1
起こりそうもない（しかし起こり得る）	1.5
起こり得る（しかしほとんどない）	2
場合によっては起こり得る（起こり得る）	5
多分起こる（驚くに値しない）	8
起こりやすい（予期したときだけ起こる）	10
必ず起こる（疑いなく起こる）	15

表 4　危険源に曝される頻度（FE）のポイント

危険源に曝される頻度（FE）	ポイント
毎年	0.5
毎月	1
毎週	1.5
毎日	2.5
毎時	4
常時	5

表 5　起こり得る災害のひどさ（DPH）のポイント

起こり得る災害のひどさ（DPH） ―最悪の場合を考慮して―	ポイント
擦り傷／打撲傷	0.1
裂傷／軽傷	0.5
小さな骨折または軽い病気（一時的）	2
大きな骨折または大病（一時的）	4
１本の手足,眼球および聴力の損失（永久）	6
両手足,両眼球の損失（永久）	10
致命傷（死亡）	15

表 6　危険源に曝される人数（NP）のポイント

危険源に曝される人数（NP）	ポイント
1～　2 人	1
3～　7 人	2
8～ 15 人	4
16～ 50 人	8
50 人超	12

リスクレベルは，4 要素のポイントの積により表 7 で判定する．

リスクレベルのポイント＝LO×FE×DPH×NP

表 7　リスクレベルの判定

リスクレベル	ポイント
レベル1（取るに足りない）：安全と健康にごく僅かなリスクしか呈さない．	5以下
レベル2（程度は低いが重大）：安全の制御手段を必要とする危険を含む．	6～50
レベル3（程度が高い）：緊急に安全の制御手段の実施を要する潜在的な危険を有する．	51～500
レベル4（容認できない）：この状態での継続的な運転は容認できない．	500超

(3)　保護方策の検討は，危険源のリスクレベルが極力 1 となるよう，保護方策を 3 ステップの原則により検討して，表 9 のような保護方策案一覧表に記載する．

(4)　保護方策実施後に再度リスクの見積り・評価を行い，リスクワークシートにまとめ，リスクが許容可能なレベルまでに低減されていること，また，保護方策が実機に実際に採用されていることを確認する．

(5)　リスクアセスメントに関する記録を残す．機械の残留リスクなどの使用上の情報は，製品への警告表示等はもちろん，取扱説明書に併せて安全マニュアルを小冊子にしてユーザーに渡している．

2)　実機のリスクアセスメント実施事例

紹介する事例の対象機械は，新規に設計する給紙機，印刷機，折り機，紙通し機からなる統合システム（写真 1）のうちの新聞用オフセット輪転機である．

写真 1　新聞用オフセット輪転機の統合システム

対象機械の制限に関する仕様は表 1 である．

100 以上あるローラー間での巻き込まれその他の危険源を同定し，リスク見積りを行った結果をリスクワークシート分析表（保護方策実施前）（表 8）のようにまとめた．保護方策の検討は，ガード等により，リスク再評価後のリスクレベルが極力 1 となるように保護方策を講じ，リスクワークシート保護方策案一覧表（表 9）にまとめた．この際，制御系のリスクアセスメントの検討も行い，EN1010（機械の安全性－印刷及び紙加工機械の設計及び構造に関する安全要求事項 [3]）の基準に従い，カテゴリ 3 の電磁ロック，磁気スイッチを選択した．

保護方策実施後のリスク再評価の結果は，リスクワークシート分析表（保護方策実施後）表 10 のようになり，リスク低減を確認した．紙通し部のように，完全に自動化できず人の作業を伴うところがあり，全面をガードすることはできないので，部分的なガード（フィンガーガード等）を採用し，残留リスクについて警告表示銘板を貼り付け，取扱説明書により確実に伝えた．

対象機械の具体的安全化の事例として，電磁ロック付セーフティドアスイッチを設置した例を図 1 に示す．

表 8　リスクワークシート分析表（保護方策実施前）

No	危険源（可動部／危険個所）	人の接近					現状のリスク見積り					
		作業内容	作業者	種類	機械運転モード	防護柵等	可能性 LO	頻度 FE	損害の程度 DPH	曝される人数 NP	ポイント（積）	リスクレベル
1	ローラー	調作業	限定せず	巻込み・引込み	自動 手動	側面プロテクタ	2	2.5	4	1	20	2
2	ローラー	準備 清掃 保守	運転員	巻込み・引込み	手動	側面プロテクタ	2	2.5	4	1	20	2
3	ローラー	調作業	限定せず	巻込み・引込み	自動 手動	下部側面プロテクタ	2	2.5	4	1	20	2
4	ローラー	清掃及び保守	保全作業員	巻込み・引込み	手動	下部側面プロテクタ	2	2.5	4	1	20	2
5	ローラー	清掃	運転員	巻込み・引込み	手動	無	2	2.5	4	1	20	2
6	ローラー	準備	運転員	巻込み・引込み	自動 手動	無	1.5	2.5	2	1	7.5	2
7	ローラー	調作業	運転員	巻込み・引込み	自動 手動	アーチ内プロテクタ	2	2.5	6	1	30	2
8	ローラー	清掃及び保守	保全作業員	巻込み・引込み	手動	アーチ内プロテクタ	2	2.5	6	1	30	2
9	OS外面 FR駆動ギア	保守	限定せず	擦り傷 切断	自動 手動	無	2	2.5	4	1	20	2
10	胴の駆動ギヤ	保守	保全作業員	裂傷	手動	カバー	1	1.5	2	1	3	1
11	トリップアーム部	調作業	限定せず	擦り傷 切断	手動	無	2	2.5	4	1	20	2
12	アーチ用ステップ	清掃及び保守	限定せず	転倒	自動 手動	無	5	2.5	2	1	25	2
	・・・											

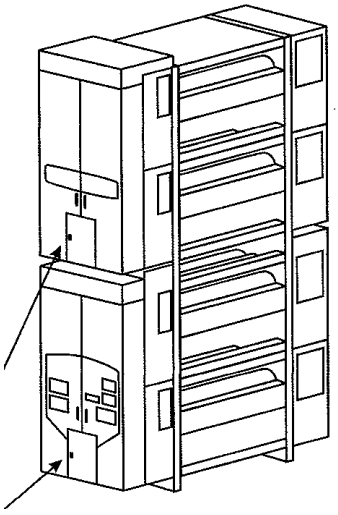

図 1　印刷ユニット保護方策例
電磁ロックつきセーフティドアスイッチの付加
（内部のローラー等の回転が停止しないと開けられない）

3）A 社と機械ユーザーとの情報のやりとり

印刷機械は一品生産で，標準機をベースにユーザーとの協議によってカスタマイズする必要があり，保護装置の有無等の安全仕様についても個々に異なることから，営業部門の技術者がまずユーザーと協議を行って，リスクアセスメントに必要な情報を入手し安全仕様を提案して，その結果により営業技術者と設計担当者が打合せを行う．インタロック等の保護装置を ISO 12648 等で示されているとおりすべてつけると，今までどおりの作業が行えなくなるものもあり，作業性やコストを考慮してユーザーがつけないことを要望する場合もあるため，必須のもの以外であれば，危害のおそれがあることを伝達したうえで付けないこともある．この場合は，テクニカルレポートにその旨を記載するとともに，該当部位のリスクに関する警告を表示する．納入時には，機械の取扱いと併せて安全事項の説明会を実施している．

3　機械ユーザーB 社のリスクアセスメント実践事例

B 社（鉄鋼業）は，金型用や工作機械用の鋳物を製造している企業で，労働者数 200 名余りの本社事業場（静岡県）と他に 2 事業場がある．同社は鋳機，溶解炉，NC 加工機，圧着機などを用いた危険有害作業が多いことから，06 年から自動車メーカー系の安全専門家の指導に従って，機械包括安全指針に沿ったリスクアセスメントを実践してきており，この企業規模では，最も進んだ取組みを行っている企業の一つである．

企業グループの経営方針には，品質・総合稼働効率の向上と並んでリスクアセスメントの推進が掲げられている．B 社の 3 事業場では，JISHA 方式労働安全衛生マネジメントシステムの認定を取得している．

なお，B 社の労働災害の発生は，2009 年で休業災害 1 件，不休災害 12 件（うち目にゴミが入ったものが半数など）と低く推移している．

B 社はリスクアセスメントの実施に当たり，リスクアセスメント（RA）実施手順書を作成した（05 年 11 月）．品質管理室がまず案を作り，組織横断的に各部署の職長クラスを集めて議論して定めた．今も安全保全部会を毎月 1 回開いて手順について議論し，これまで 6 度の改訂を行っている．

表 9　リスクワークシート保護方策案一覧表

No.	危険源（可動部／危険個所）	危険源（ハザードの記述／場所）	ハザードの種類	リスクレベル	リスクに対する保護方策案	実際の対策	実施の確認
1	ローラー	機械の運転中に誤って側面プロテクタを開け，ローラー間に手を巻き込まれる	巻込み・引込み	2	電磁ロック付ガード設置，EN規格に準じたニップガードを設置	側面プロテクタをカテゴリ3の電磁ロック付ガードとし，自動運転停止でロック開とする． インターロックはインチングのみ許可する(EN1010－1 5. 2. 2)． 引き込み個所にはニップガードを設ける(EN1010－1 5. 2. 1)．	○
2	ローラー	版掛け作業時及び着力ローラーニップ調整時に機械を回転させ，誤ってローラー間に手を巻き込まれる．	巻込み・引込み	2	電磁ロック付ガード設置，EN規格に準じたニップガードを設置	側面プロテクタをカテゴリ3の電磁ロック付ガードとし，自動運転停止でロック開とする． インターロックはインチングのみ許可する． 引き込み個所にはニップガードを設ける．	○
3	ローラー	機械の運転中に誤って下部側面プロテクタを開け，ローラー間に手を巻き込まれる．	巻込み・引込み	2	固定カバーとし磁気スイッチを設置	下部側面プロテクタを固定カバーとし，保守・点検時のインターロックとしてカテゴリ3の磁気スイッチを設置する． インチングのみ許可する(EN1010－1 5. 2. 2)．	○
4	ローラー	ローラーニップ調整時に機械を回転させ，誤ってローラー間に手を巻き込まれる．	巻込み・引込み	2	固定カバーとし磁気スイッチを設置	下部側面プロテクタを固定カバーとし，保守・点検時のインターロックとしてカテゴリ3の磁気スイッチを設置する． インチングのみ許可する．	○
5	ローラー	プレスウォッシャー排液回収時に誤ってローラー間に手を巻き込まれる．	巻込み・引込み	2	カバー設置	固定カバーを設け，安全を確保する(EN1010－1 5. 2. 2)．	○
6	ローラー	手でインキを補給する時に誤ってローラー間に手を巻き込まれる．	巻込み・引込み	2	カバー設置	固定カバーを設け，安全を確保する．	○
7	ローラー	機械の運転中にアーチ内に手を入れ，走行紙やダンプニング装置の状況をチェックし，誤ってローラー間に手を巻き込まれる．	巻込み・引込み	2	電磁ロック付ドア設置，EN規格に準じたニップガードを設置	OS，DS扉をカテゴリ3の電磁ロック付扉とし，自動運転停止でロック開とする． インターロックはインチングのみ許可する． 引き込み個所にはニップガードを設ける．	
8	ローラー	ダンプニング装置の調整やローラーニップの調整時に機械を回転させ，誤ってローラー間に手を巻き込まれる．	擦り傷切断	2	電磁ロック付ドア設置，EN規格に準じたニップガードを設置	OS，DS扉をカテゴリ3の電磁ロック付扉とし，自動運転停止でロック開とする． インターロックはインチングのみ許可する． 引き込み個所にはニップガードを設ける．	
9	OS外面，FR駆動ギヤ	ファウンテンローラー駆動ギアとギアの間に誤って指を挟まれる．	擦り傷切断	2	カバー追加	駆動はカップリングとし，その周囲は固定カバーとする(EN1010－1 5. 2. 2)．	
10	胴の駆動ギヤ	胴の位相調整時にギアとギアの間に指を挟まれる．	裂傷	1	取扱説明書で注意を指示する．	取扱説明書と安全銘板で注意を指示する．	
11	・・・						

RA 実施手順書には，以下に述べるリスクアセスメントの実施方法に加え，留意事項や会議での決定事項などを記述してある．

1)　B社のリスクアセスメントの実施体制と方法

B 社のリスクアセスメントの実施体制は，図 2 のとおりである．

リスクアセスメント（RA）チームは，リスクアセスメント実行責任者(課長)が選任し 4，5 人のメンバーで構成する．このうち，リスクアセスメント担当者には，その

表 10　リスクワークシート分析表（保護方策実施後）

No	危険源（可動部／危険個所）	リスクレベル	保護方策	保護方策実施後のリスク見積り					
				可能性 LO	頻度 FE	損害の程度 DPH	曝される人数 NP	ポイント（積）	リスクレベル
1	ローラー	2	電磁ロック付ガード設置及びニップガード設置	1	2.5	2	1	5	1
2	ローラー	2	電磁ロック付ガード設置及びニップガード設置	1	2.5	2	1	5	1
3	ローラー	2	固定カバーに磁気スイッチ設置	1	2.5	2	1	5	1
4	ローラー	2	固定カバーに磁気スイッチ設置	1	2.5	2	1	5	1
5	ローラー	2	カバー設置	1	2.5	2	1	5	1
6	ローラー	2	カバー設置	1	2.5	2	1	5	1
7	ローラー	2	電磁ロック付ドア設置及びニップガード設置	1	2.5	2	1	5	1
8	ローラー	2	電磁ロック付ドア設置及びニップガード設置	1	2.5	2	1	5	1
9	OS外面, FR駆動ギア	2	カバー追加	0.033	1.5	2	1	0.099	1
10	胴の駆動ギヤ	1	取扱説明書及び安全銘板で注意	1	2.5	0.5	1	1.25	1
11	トリップアーム部	2	ブランケットウォッシャーを取り付けて運転	1	2.5	2	1	5	1
12	アーチ用ステップ	2	EN規格のステップを使用	1	2.5	0.1	1	0.25	1
13	印刷ユニット周辺階段	1	EN規格の階段を使用	1	2.5	0.1	1	0.25	1
14	・・・								

作業に従事する作業者のほか，リスクアセスメント研修修了者又は技術的な対応可否を判断できる電気，保全等の専門知識を有する者及び客観性を保つため他部署の係長・主任クラスが加わることになっている．

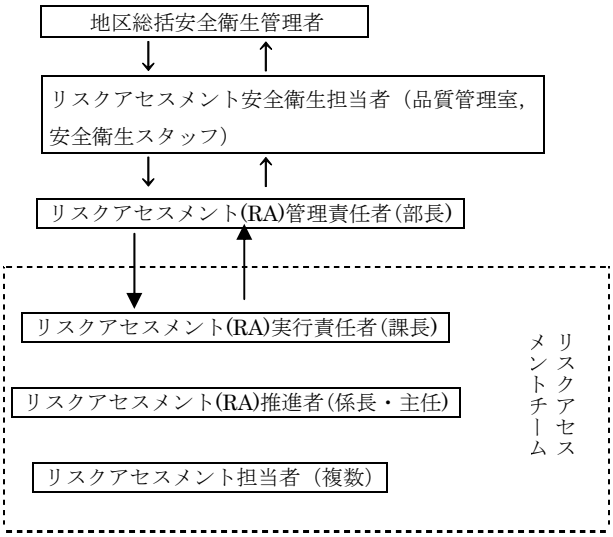

図２　B 社のリスクアセスメント実施体制

B 社のリスクアセスメントの実施手順は次のとおりである．

(1)　RA チームは事前に集まり，作業に従事しているチームメンバーから作業状況・作業環境について説明を受け，作業手順書，設備仕様書・取扱説明書，ヒヤリハットとその対策等の書面を渡して，評価メンバー全員が情報を共有する．

(2)　(7)まではチームが集まって 1 日で行う．チームメンバーは，現場で実機を確認し，RA 実施手順書の評価基準に基づき，まず各自でリスクアセスメント（RA）評価表（様式は表 11）に記入する．

(3)　まず，危険源の同定は，作業手順ごとに行う．機械を用いた作業を作業手順書の順に見ていき，それぞれの手順ごとに，危険源（発生原因）によってどのような危険状態，危険事象を経て危害に至るかを想定して書き出していく．

B 社では，リスクアセスメントの実施は作業手順書をベースに行なうことから，実施に先立ち，現場監督者が中心となって，作業手順書の全面的な見直しを行なった．見直し後の作業手順書の例は図３のように，作業手順ごとに作業の急所，安全の急所及び写真を示すことで，わかり易いものになっており，現場教育にも役立っている．

この危険源同定の方法は，機械に労働者が関わる作業において漏れや落ちがなく危険源を同定する方法として，他社でも比較的多く採用されているものであるが，B 社は作業手順書の全面見直しから行なった点が優れていると考えられる．

「労働安全衛生研究」

表 11　リスクアセスメント（RA）評価表（ドラムショット作業での実施例）

No	作業名又は設備名	作業の種類	予想される危険要因	想定される事故の型	法規制		リスク評価					是正内容	推進責任者	期限	是正後のリスク評価					確認日	確認者
			作業者が危険部に接触又は危険区域内に入り危険な作業の動作（記入例：～なので～して～になる．と危険要因と現象を書く）		該当	非該当	S	P	F	リスク合計	リスクレベル				S	P	F	リスク合計	リスクレベル		
1	鋳込みフックを用意する	②	1回で無理に運ぼうとして腰を痛める（1つ約 10kg）	⑯	□	□	6	2	4	12	C	無理をしない		6/26	6	2	4	12	C	7/3	
			置こうとした際に手の持つ位置が悪く手・指が挟まる	⑥	□	□	1	4	4	9	C	手元に注意する		6/26	1	4	4	9	C	7/3	
			誤って足の上に落としてしまい，打撲する（1つ約 10kg）	④	□	□	3	1	4	8	D										
2	ドラムショットの扉を開けて，鋳込みフックをドラムに入れる	②	ドラムがストッパーにかかって無い状態で扉を開けてしまい，ドラムが回転して扉（約 300ｋｇ）が同時に倒れてつぶされる	③	□	□	10	4	4	18	A	・柵を全周に施工し，前面はロックする（横と背面は脱着できる） ・タイムアップとドラムの定位置でしか扉が開かない様にする		7/E	1	1	4	6	D	7/7	
			扉を開けた際にドラム内にあるフックがこぼれてきて足の上に落下し打撲する（1つ約 10kg）	④	□	□	3	2	4	9	C	扉の前に受け箱を設置して，扉の前に作業者が立てない様にする		7/E	1	1	4	6	D	7/7	
			置こうとした際に手の持つ位置が悪く手・指が挟まる	⑥	□	□	1	4	4	9	C	手元に注意する		6/26	1	4	4	9	C	7/3	
3	ドラムショットの扉を閉める	②	手の位置が悪く，扉を閉めた際に扉との間に手が挟まれて骨折する	⑥	□	□	3	2	4	9	C	扉に取っ手をつける		7/E	1	1	4	6	D	7/7	
4	投射時間を設定する	②			□	□															
5	インペラー起動を押し，ドラム回転を起動する	②	扉が閉まっていない状態でインペラーを起動させてしまい，ショット玉が飛来する	④	□	□	8	6	4	18	A	柵にスイッチを設置し，，扉を閉め，柵の扉が閉まっていないと「インペラー起動」と「ドラム回転」が起動できない様にする		7/E	1	1	4	6	D	7/7	
			回転しているドラムに手を出してしまい，巻き込まれる	⑥	□	□	8	6	4	18	A										
6	ドラムショットの扉を開けて，鋳込みフックを取り出す	②	NO.2と同様		□	□															
7	ドラムショットの扉を閉める	②	NO.3と同様		□	□															

作業手順書				制定日	2007/5/10			P /
管理 No		部門	○○	改訂日	2008/6/16	管理者承認	監督者確認	作成者
工程名	前工程	設備名	ショットタンブラスト			○○	○○	○○
作業名	鋳込み金具　ドラムショット作業		定常					

No.	作業手順	作業の急所	安全の急所
1	鋳込み金具を用意する	鋳込みネジはショットしない 錆びている物のみとする	落下，指の挟まれに注意する
2	ドラムショットの扉を開け，対象物を入れる	入れすぎると回転しないうえ，錆が落ちにくいので量を調整する事（単重30ｋｇ以下）	体勢に注意する（腰痛防止）
3	ドラムショットの扉を閉める	安全柵とドラムの扉のロックを確実に行う事 ショット作業を行う前に集塵機が動いているか確認する事	
4	ドラムショットを稼動させる		ドラムのブレーカーが落ちた場合，1人では対処しないで，管理者を呼び複数で対応する
5	ブザー停止後，扉を開け金具を取り出す	受け箱を事前に用意しておく	受け箱の位置には立たない事 ブザーが鳴ってから扉を開ける様にする事
6	周辺の清掃を行う	作業終了後はショット玉のこぼれ等周囲の清掃を行う事	ショット玉は滑りやすいので転倒に注意する事
7	終了操作を行う	安全柵のスイッチを閉にして，操作回路を切にする	

作業に必要な保護具	作業に必要な資格名・認定	特記事項
ヘルメット，マスク，皮手，保護メガネ	社内認定者（操作手順書を熟知し，任命された者）	詳細は操作手順書により，上記内容の操作を進めること

略図（デジカメ）

集塵機の稼働を確認する

扉を開ける前に受け箱を用意する

参考ビデオ　無

図３　作業手順書（鋳込金具ドラムショット作業）

なお，現状でＢ社では，機械の意図する使用が中心で，機械に故障，異常が発生している状況を含む非定常作業については全ての作業手順書の作成にまでは及んでいないが，作業頻度が多いものから順次作成している．

(4)　リスク見積り及び評価は，３要素の加算法で，表12から表15により，リスクレベルを５段階で判定する．ここまでのリスク分析がメンバーによって異なる場合は，RA 実行責任者がまとめ役となって討議を行い，RA チームとして合意した結果を RA 評価表及び報告書にまとめる．

(5)　保護方策の検討は，リスクレベルが C ランク以上で，ランクが高い項目を優先して取組む．RA チームは意見交換を行い，具体的な保護方策を決定して評価表に実施の責任者と期限を記入する．保護方策は複数の案を出すことを旨とし，費用対効果を検討して決定する．保護方策を検討する際は，３ステップの原則により，工学的方策を優先的に行ない，人に関わる方策は二次的なものとする．

決定した保護方策を実施した場合の予想評価を見積もり，RA 評価表に記入する．

(6)　RA 実行責任者又は RA 推進者はリスクアセスメント結果と保護方策について，RA 管理責任者に報告し承認を得る．保護方策の実施の責任者は，決定した保護方策を期限までに実行する．実施まで長期間になる場合は，予算を確保して翌年度以降の年間安全衛生計画に載せて実行する．

(7)　保護方策実施後，効果を確認するため，係長以上の管理・監督者が再評価を行ない，(5)での予想評価との差を確認する．

再評価の結果，リスクレベルが D ランク以下にならない場合は，再度保護方策を検討，実施し完了後再評価を実施する．再評価の結果でも D ランク以下にならない項目は，残留リスクとして取り扱い，残留リスクの関係者への周知，残留リスクを考慮した作業手順書の見直し及

表 12　S：傷害の重大性のポイント

重大性	ポイント	被災規模	傷害，疾病の程度の例示
致命的な災害・疾病	１０	死亡（急性的に）を伴うもの	致死外傷，致死疾病
重度な災害・疾病	8	後遺症又は１か月以上の休業療養を要するもの	指・腕・足切断，重篤骨折，重症中毒，重度火傷
中度な災害・疾病	6	完治可能で１か月未満の休業療養（障害なし）を要するもの	骨折，捻挫，視力・聴力低下，腰痛・捻挫，重度の縫合裂傷
軽度な災害・疾病	3	完治可能で不休業のもの	軽度な裂傷，火傷，打撲（軽微な縫合を含む）
軽微な災害・疾病	1	休憩程度で作業に戻れるもの	表面的な傷害で極めて軽い切り傷，打撲傷

表 13　P：傷害の可能性のポイント

傷害の可能性	ポイント	傷害回避可能性のイメージ
確実である	6	誰もが逃げられない かなり注意を高めていても災害になる
可能性が高い	4	注意していれば逃げられる 通常の注意力では災害につながる
可能性がある	2	普通に逃げられる うっかりしていると災害になる
ほとんどない	1	うっかりしていなければ確実に逃げられる 特別に注意しなくて災害にならない

表 14　F：危険源に接近する頻度のポイント

接近頻度	ポイント	接近頻度イメージ
頻繁	4	毎日何回も近づく
時々	3	1 日 1 回程度近づく
まれにある	2	1 週間に 1～2 回程度近づく
めったにない	1	1 か月以上に 1 回程度近づく

表 15　リスクレベルの判定

ポイント計 S+P+F	リスクレベル	リスク評価	保護方策の方針
17 以上	A ランク	受け入れられない重大リスク	C ランク以上のリスクは保護方策の検討及び実施をする。
13～16	B ランク	重大な問題がある実質的リスク	
9～12	C ランク	問題がある中程度リスク	
4～8	D ランク	少しあるが耐えられるリスク	D ランク以下は現状で可。

び作業者への教育を行い，教育記録を残す．また，以後定期的にリスクアセスメントの対象とする．

(8)　RA 評価表及び残留リスクについて，ミーティング又は職場掲示・社内 LAN により他の労働者に周知するとともに，5 年間保管する．

2)　リスクアセスメントの実施実績

B 社の年間安全衛生計画にはリスクアセスメントの件数目標が含まれており，ラインで月 2 件（危険源の抽出数），年間 24 件といった件数目標を掲げ，毎月の実績管理を行なってほぼ達成している．

06 年から 09 年 11 月までの B 社 3 地区事業場におけるリスクアセスメントの実績は，リスクアセスメントを実施した作業手順書の数で 2867，危険源の抽出数は 14134 件にのぼり，このうち，C ランク以上が 5822 件（41%）であったものを，保護方策の実施によって 4358（31%）に減少させた．

B 社は，各職場の取組みを発表し情報交換する場として，2 か月に 1 回の頻度で丸 1 日かけリスクアセスメント発表会を 3 事業場の持ち回りで行っている．これは，活動状況，機械設備の改善事例等を 15 件程度発表するもので，本社総括安全衛生管理者が毎回最後まで参加している．開催事業場以外の地区とはテレビ会議システムの 6 局中継でつなぎ，参加型発表会としている．09 年度からは取組み好事例を集めた全社リスクアセスメント発表会を実施し，社長・役員が審査して表彰を行なっている．

3)　実機のリスクアセスメント実施事例

次に，実機への適用事例を示す．事例の対象機械は，鋳込みフック（10kg）のさびをとるため新たに導入することとしたドラムショットであり，設備導入時にリスクアセスメントを行なったものである．

ドラムショット（写真 2）とは，部品を扉からドラム内に投入して起動すると，扉ごとドラム全体が回転（毎分 3 回転）して，表面のさびを除去することができる機械である．

写真 2　ドラムショット

ドラムショットを用いた作業におけるリスクアセスメントを行なった結果，RA 評価表は表 11 左部のとおりとなった．危険源のうち，扉が閉まっていない状態で回転起動すると内容物が飛来するおそれがあること（同表 No.5 欄），及び回転後に定位置で止めるとドラムが固定されるが，他の位置では固定されず，扉（300kg）を開けたときにその重みでドラムが回転してしまい扉が倒れ込んでくるおそれがあること（同表 No.2 欄）等について，リスクレベルが A ランクとなり，リスク低減を図る必要があった．

保護方策としては，柵で機械全周を囲い，前面の可動柵を閉めないと回転起動ができないようにし，また，ドラム位置の検出装置をつけ，定位置にないと可動柵が開かないようにインタロック機構を設けた．これにより，当該危険源のリスクレベルは A ランクから D ランクに低下した（表 11 右部）．他にも工学的方策を実施するとともに，手を挟むおそれなどの残留リスクを踏まえて，作業手順書を図 3 のように作成した．

4)　新規機械の導入時の審査及び機械メーカーとの情報のやりとり

B 社の生産設備の多くは既製品ではなく，メーカーに注文して調達する．新設（大規模改修を含む）の機械の導入から稼働までの手順について，担当部課長及び総括安全衛生管理者による試運転許可，稼働許可を得るよう設備保全規定に定め，実行している．

(1)　機械設備の仕様が固まり，製作設計が完成した時

点で，安全性，保全性をチェックし，部門長が発注承認を行う．部門の担当は，メーカーと発注に関する打合せの際，B 社の設備安全基準に沿って製作するよう，また取扱説明書，リスクアセスメント検討書，保全内容書，交換部品リスト等を揃えるよう依頼する．

(2)　試運転に際しては，試運転時の安全対策項目及び暫定の安全策を記載した試運転稼働申請をして許可を得る．試運転には品質管理室が立ち会い，運転時の安全性・保全性に関する要求事項が満たされているか，資料が完備しているかを確認し，必要に応じ改善を指示する．

試運転中に 1)の実施方法に沿って，RA チームがリスクアセスメントを行い，試運転で新たに見つかった問題点を修正する．

(3)　試運転完了・引渡し後 15 日以内に本格稼働のための稼働許可を受ける．稼働許可申請時に必要な書類には，メーカーによる取扱説明書，リスクアセスメント検討書及び担当課による RA 評価表が含まれる．

新設の機械の導入から稼働の流れにおいて，B 社の特長は，機械包括安全指針に沿ったリスクアセスメントの実施及びメーカーとの情報のやりとりが的確に行われていることである．B 社では，自社のリスクアセスメントの取組みが進むにつれ，産業機械の発注先のメーカーが設計・製造したものをそのまま使えばよいという姿勢から，機械の発注時にメーカーに対し，安全を考慮した仕様，設計とするよう依頼するようになった．

・刃物を取り付ける時，他人が刃物の回転動作をしてしまい手を切るとか切断するなどの重症事故を起こす．
→作業中の表示（警告板）等をして，他人が刃物の回転操作を行なえないように警告板等を用意して下さい．
・調整や刃物を交換するために取り外すとか開放した保護装置を正常に付けずに運転し怪我をする．
→取り外すとか開放した保護装置は，機械を運転するとき，必ず正常な位置に付けて運転してください．
・移動部が動き出し人に接触．
→機械立ち入り禁止区域に入らないでください（図参照，本稿では省略）．安全ガードを設置し，安全を確保して作業して下さい．

図４　B 社への納入メーカーが提供した加工機の残留リスク情報の例（・注意事項→回避方法）

さらに，機械包括安全指針には，「新たな機械を外部から導入しようとする場合には，機械メーカーに対し，設計製造段階においてリスクアセスメント及び保護方策を実施することを求め，その結果を入手すること」との記述があることから，これを実践した．

一例として，新しく購入する NC 加工機について，B 社は，メーカーである K 鉄工所に対し，残留リスクの情報をメーカーに求めるよう国の指針に書いてあることを示し，情報提供を求めた．そうしたところ，K 鉄工所はリスクアセスメントを行うようになり，当該加工機の使用時の注意事項及びその回避方法について，図４のように約２０項目に亘って記述されたリストの提供を受けた．

こうした経緯があって，B 社の試運転・稼動許可のしくみに，メーカーが作成した取扱説明書，リスクアセスメント検討書及び自社担当課での RA 評価表が含まれることになったものである．

B 社では，機械の試運転段階で新たに見つかった問題点を修正しているが，メーカーとの間で，試運転段階までの修正であれば追加費用が発生しないとのことであった．発注する側が機械安全の確保について，当初からメーカーと打合せして依頼を行うことにより，保護方策に特別に経費がかかることはないと考えている．

機械の設計が終了した後や製造された後に保護方策を追加すると，コストが増大したり，機械の使いやすさが制限されることになりがちであるが，機械メーカーでの設計当初から保護方策を作り込んでもらうことが効果的かつ経済的であることを示しているといえる．

4　おわりに

ここで取り上げた２事業場でのリスクアセスメント及び保護方策の実施について，優れていると思われる点を挙げる．

まず，メーカーA社の事例では，

① 予め機械の種類に合わせて詳細な危険源リストを整備し，これに照らしてもれなく危険源を同定するようにしていること．

② 電磁ロック付きガードについて制御装置の安全関連部のリスク評価の結果によりカテゴリを決めて安全装置を選択しているなど，安全技術に基づいた検討を行って保護方策を採用していること．

③ ユーザーとの事前協議によって安全仕様を決めている，ユーザーに対し取扱説明書に加えて安全マニュアルを小冊子として渡し，安全事項についての説明会を行っているなど，設計・製造前後でのユーザーとの安全仕様に関する情報のやりとりを確実に行っていること．

また，ユーザーB社の事例では，

① 作業手順書を全面的に見直し，これに基づいて作業手順ごとに危害を想定することにより，漏れなく危険源を同定するようにしていること．

② 機械設備担当の保全部門等の技術者を含めてリスクアセスメントチームを編成することにより，工学的（第２ステップまで）な保護方策を重点的に行っていること．

③ 納入機械のメーカーに対しリスクアセスメントの情報提供を求めたことにより，リスクアセスメントを行なって使用上の情報の提供が行われるようになったこと．

機械包括安全指針においては，メーカーは，リスクアセスメント（特に危険源の同定）に十全を尽くし，すべての危険源についてリスクが適切に低減されるまで最大限の低減措置を行ない出荷までに完了しておく必要があ

ること，一方，ユーザーは，リスクレベルの大きいものから順に保護方策の実施の対象とし，優先度の低いもので経費がない等の事項については次年度安全衛生計画に盛り込むことなどが可である．２社の事例を比べると，メーカーとユーザーにおけるこのようなリスクアセスメントの違いがよく顕われていると考えられる．

また，メーカーはもちろん，ユーザーのリスクアセスメントにおいても，安全技術を用いたリスク低減により機械そのものを安全化し，しかる後に残留リスクを踏まえて，作業安全を徹底することが非常に重要であり，このためには，安全技術の知見を有する技術者が関わることが欠かせない．しかしながら，現状では国内製造業の多くのユーザー事業場において本質的安全設計方策及び安全防護の検討・採用に苦慮している実態がある[5)]．B社は技術的判断のできる専門知識保有者をリスクアセスメントチームに加え，外部の安全専門家の助言も得てこれを克服しているが，こうした点を他のユーザー事業場でも大いに参考としていただきたいと考えている．

このように，安全技術を用いて機械設備のリスク低減を実現することが本質的には重要であり，こうした取組みがユーザー・メーカー事業場で，今後大きく拡がっていくことを期待したい．

文　　献

1) ISO12648 Graphic technology. Safety requirements for printing press systems（2003）
2) ドイツ PILZ 社，機械安全ガイド（2001）
3) EN1010　Safety of machinery - Safety requirements for the design and construction of printing and paper converting machines（2004）
4) 厚生労働省．中央労働災害防止協会．機械設備の安全化に係るリスクアセスメントデータ集Ⅱ．厚生労働省（2006）．（A 社の事例について）
5) 中央労働災害防止協会．リスクアセスメント及び労働安全衛生マネジメントシステム（OSHMS）の普及状況と促進方策に関する調査研究報告書（2009）

Best Practice in Risk Assessment for the Safety of Industrial Machines — to Ensure Proper Implementation by Manufacturers and Users—

by

Tadashi MOURI [*1]

After the amendment to the Occupational Safety & Health Law in 2006, an increasing number of manufacturers and users areimplementing risk assessment to ensure the safety of industrial machines. This article describes best practice at a machine manufacturer and at a machine user in Japan, with regard to organization and methods for implementing risk assessment and risk reduction, using actual machines as examples. It clearly shown that the user could not obtain information on correct use including residual risks of the newly ordered machine, until the user requested such information to the manufacturer, in line with the Safety Guideline issued by the Ministry of Health, Labor and Welfare. It is expected that, as shown by these cases, risk assessment in proper methods and risk reduction based on safety technology have been widely adopted in Japan.

Key Words: industrial machines, risk assessment, guideline for the comprehensive safety standards of machinery, safety of machinery, residual risk, Japan Industrial Safety and Health Association

*1 Planning & Public Relations Department, Japan Industrial Safety and Health Association